Iranian Plant Protection Research

https://jpp.um.ac.ir

Research Article
Vol. 38, No. 4, 2025, p. 373-385

The Application Time Effect of Imazetapyre, Trifluralin and Oxyflorfen Herbicides on Weed Control and Yield of Rapeseed (*Brassica napus* L.)

K. Salemi[1], M. Farzaneh[2*], E. Fateh[3]

1, 2 and 3- Department of Production Engineering and Plant Genetics, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran, respectively

*- Corresponding author's Email: m.farzaneh@scu.ac.ir)

Received: 24-05-2024
Revised: 12-08-2024
Accepted: 23-11-2024
Available Online: 03-03-2025

How to cite this article:
Salemi, K., Farzaneh, M., & Fateh, E. (2025). The application time effect of Imazetapyre, Trifluralin and Oxyflorfen herbicides on weed control and yield of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Iranian Plant Protection Research*, *38*(4), 373-385. (In Persian with English abstract)
https://doi.org/10.22067/JPP.2024.88225.1192

Introduction

Among oilseeds, canola is one of the most important oilseed plants in the world. Weeds are a very important competitor and one of the main factors reducing production in canola cultivation. Early control of weeds with pre-emergence herbicides reduces weed damage in canola. A herbicide acts selectively and controls weeds without harming the crop, if applied correctly and at the right time, otherwise, it will not only fail to control the weeds but also reduce the crop yield. Weed are sensitive to herbicides during a specific growth stage, and if the recommended time for the use of herbicides is not observed, it will cause damage to the yield of the crop. To prevent increasing weed resistance to post-emergence herbicides and diversify timing and mode of action for herbicides, this study aimed to investigate the effectiveness of imazathapyr, trifluralin and oxyfluorfen herbicides on rapeseed (*Brassica napus* L.) weed control.

Materials and Methods

In order to investigate pre-emergence herbicides and application time on weed control and canola yield, a research was conducted in the agricultural year 1401-1402 in the research farm of Department of Production Engineering and Plant Genetics, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz. The experiment was conducted in a factorial experiment based on a randomized complete block design with three replications. The experimental factors were the type of pre-emergence herbicide at three levels (imazethapyr, trifluralin, oxyfluorfen) and the time of herbicide application at four levels (two weeks before planting, one week before planting, at planting, and one week after planting) along with an unweeded control. The Hyola 50 canola variety was planted on October 23. The number and dry weight of weeds per square meter were measured by identifying the species and separating broad-leaved and narrow-leaved weeds at five times including 30, 60, 80, 100 days after planting and harvesting time. After ripening of rapeseed plants, seed and biological yield were measured. To estimate the yield components, including the number of plants per square meter, the number of branches and siliques per plant, and the number of seeds per silique, 10 plants were randomly selected from the middle lines of

https://doi.org/10.22067/JPP.2024.88225.1192

each plot by removing the marginal effects. The data were checked for normality and analyzed using SAS 9.4 software through analysis of variance. The means were separated using the Duncan test at the 5% level of significance.

Results and Discussion

The results showed that seed yield of canola, under the application of trifluralin herbicide (on average of all four spraying times) and oxyfluorfen herbicide two weeks before planting, increased by 18% and 12%, respectively, compared to the unweeded control. There was a positive correlation between seed yield with the number of plants per square meter at harvest time (90%) and a negative correlation with the number and weight of weeds (between -34 and -39%). The yield components, the number of plants per square meter, the number of branches and siliques per plant, and the number of seeds per silique were also affected by the interaction of the type of herbicide × time of spraying. Among the yield components, there was no significant difference in the thousand-grain weight of canola between the levels of herbicide type, spraying time, and their interaction. The results showed that canola was very susceptible to imazethapyr herbicide at all four application times. Compared to the other two herbicides, imazethapyr caused the highest percentage of canola burn and the lowest number of plants per square meter at harvest time. Imazethapyr also resulted in the lowest seed yield and other yield components. There was no damage to canola plants in the trifluralin herbicide treatment at all four application times and the yield components were superior until harvest. All three herbicides significantly reduced the population of broadleaf and narrowleaf weeds in the canola field compared to the unweeded control at 30 and 60 days after planting. The reduction in the population of broadleaf and narrowleaf weeds continued from 80 days after planting until harvest in trifluralin and oxyfluorfen herbicides, although this effect of reducing the weed population was more pronounced in trifluralin herbicide than in oxyfluorfen herbicide. At the end of the season, the population of both narrow-leaved and broad-leaved weeds increased in plots of rapeseed that had been damaged by application of the herbicide imazethapyr. This was due to the decrease in interspecific competition.

Conclusions

It seems that for early weed control, when rapeseed is growing slowly in the low temperatures of autumn, in addition to the herbicide trifluralin, oxyfluorfen, as a pre-emergence herbicide, can be a good option for further research to introduce it in rapeseed, especially in fields with dominant broad-leaved weeds.

Keywords: Early weed control, Pre-emergence herbicide, The number of plants

پژوهش‌های حفاظت گیاهان ایران
https://jpp.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۸ شماره ۴، زمستان ۱۴۰۳، ص. ۳۸۵-۳۷۳

تأثیر زمان کاربرد علف‌کش‌های ایمازاتاپیر، تریفلورالین و اکسی‌فلورفن بر مهار علف‌های‌هرز و عملکرد کلزا (*Brassica napus* L.)

خلود سالمی[1] - معصومه فرزانه[2*] - اسفندیار فاتح[3]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۰۴
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۵/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۰۳

چکیده

در بین دانه‌های روغنی، کلزا (Brassica napus L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی در سطح جهان است. علف‌های‌هرز یک رقیب بسیار مهم و از عوامل اصلی کاهش تولید در زراعت کلزا می‌باشند. پژوهشی با هدف مهار زودهنگام علف‌های‌هرز کلزا در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز اجرا شد. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عوامل آزمایش شامل نوع علف‌کش در سه سطح (ایمازاتاپیر، تریفلورالین، اکسی‌فلورفن) و زمان سم‌پاشی در چهار سطح (دو هفته قبل از کاشت، یک هفته قبل از کاشت، هم‌زمان با کاشت و یک هفته بعد از کاشت) به همراه شاهد بدون وجین بودند. نتایج نشان داد که عملکرد دانه کلزا در شرایط کاربرد علف‌کش تریفلورالین (به‌طور میانگین هر چهار زمان سم‌پاشی) و اکسی‌فلورفن دو هفته قبل از کاشت به‌ترتیب با افزایش ۱۸ و ۱۲ درصدی نسبت به شاهد بدون وجین، همبستگی مثبت با تعداد بوته در مترمربع (**۹۰ درصد) و همبستگی منفی با تعداد و وزن علف‌های‌هرز (بین ۳۴- تا ۳۹- درصد) داشت. اجزاء عملکرد شامل تعداد بوته در مترمربع، تعداد شاخه در بوته، تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین نیز تحت تأثیر برهم‌کنش نوع علف‌کش × زمان سم‌پاشی قرار گرفتند. حساسیت زیادی در گیاه کلزا به علف‌کش ایمازاتاپیر در هر چهار زمان سم‌پاشی مشاهده شد، به‌طوری‌که نسبت به دو علف‌کش دیگر، بیشترین درصد گیاه‌سوزی کلزا و کمترین تراکم، عملکرد دانه و اجزاء عملکرد به این علف‌کش اختصاص یافت. هیچ آسیبی به گیاه کلزا در کرت‌های تیمار شده با علف‌کش تریفلورالین در هر چهار زمان سم‌پاشی، نسبت به دو علف‌کش دیگر، مشاهده نشد و تراکم بالا و اجزاء عملکرد بیشتر تا زمان برداشت حفظ شد. در تیمار علف‌کش اکسی‌فلورفن، با تأخیر در سم‌پاشی، بوته‌های کلزا دچار آسیب بیشتری شدند و بیشترین تراکم کلزا با بالاترین میزان اجزاء عملکرد متعلق به زمان سم‌پاشی دو هفته قبل از کاشت بود. کاهش جمعیت علف‌های‌هرز (مجموع باریک‌برگ و پهن‌برگ) مزرعه کلزا به طور میانگین چهار زمان سم‌پاشی در هر سه علف‌کش ایمازاتاپیر (۲۸ و ۴۷ درصد)، تریفلورالین (۴۹ و ۶۹ درصد) و اکسی‌فلورفن (۲۰ و ۶۲ درصد) به‌ترتیب در ۳۰ و ۶۰ روز پس از کاشت نسبت به شاهد بدون وجین مشاهده شد. کاهش جمعیت علف‌های‌هرز از ۸۰ روز پس از کاشت تا زمان برداشت در علف‌کش‌های تریفلورالین و اکسی‌فلورفن ادامه داشت، اگرچه این تأثیر کاهشی جمعیت علف‌های‌هرز در شرایط کاربرد علف‌کش تریفلورالین نسبت به علف‌کش اکسی‌فلورفن بیشتر مشهود بود. در پایان فصل، جمعیت علف‌های‌هرز در کرت‌هایی از کلزا که به‌دلیل کاربرد علف‌کش ایمازاتاپیر دچار آسیب شده بودند، به‌دلیل کاهش رقابت بین‌گونه‌ای افزایش یافت. نتایج نشان داد که علاوه بر علف‌کش تریفلورالین، اکسی‌فلورفن نیز به‌عنوان یک علف‌کش پیش‌کاشت، می‌تواند گزینه خوبی برای تحقیقات بیشتر برای معرفی آن روی کلزا به‌ویژه در مزارعی با علف‌های هرز غالب پهن‌برگ باشد.

واژه‌های کلیدی: تعداد بوته، علف‌کش پیش‌رویشی، مهار زودهنگام

۱، ۲ و ۳- گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: m.farzaneh@scu.ac.ir)
https://doi.org/10.22067/JPP.2024.88225.1192

مقدمه

در بین دانه‌های روغنی، کلزا[1] یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی در جهان با سطح زیر کاشت ۳۹/۹ میلیون هکتار و عملکرد دانه ۲/۱۸ تن در هکتار در سال ۲۰۲۲ می‌باشد (FAO, 2024). این گیاه بعد از سویا[2] و نخل روغنی[3] به‌عنوان سومین منبع تأمین روغن نباتی در جهان است و به‌طور متوسط محتوی ۴۰ تا ۴۵ درصد روغن است (Kadivar *et al*., 2010). سطح زیر کاشت کلزا در ایران از حدود ۹/۳ هزار هکتار در سال ۲۰۰۰ به ۱۶۰ هزار هکتار در سال ۲۰۲۲ افزایش یافته است (FAO, 2024). کلزا به‌دلیل برگ‌های بزرگ، رشد سریع و سایه‌انداز بزرگ جزء گیاهان خفه‌کننده محسوب می‌شود، ولی در مراحل اولیه استقرار، زمانی که علف‌های‌هرز قبل از سبز شدن یا مرحله دو برگی کلزا رشدشان را آغاز می‌کنند، رقابت بین کلزا و علف‌هرز بحرانی است (Ahmad Khan *et al*., 2008). به‌ویژه اینکه عملکرد کلزا در ایران کمتر از متوسط جهانی و ۱/۸۷ تن در هکتار ثبت شده است (FAO, 2024). همچنین با بزرگ‌تر شدن اندازه علف‌های‌هرز، از میزان حساسیت آن‌ها نسبت به علف‌کش‌ها کاسته می‌شود و با تأخیر در زمان مهار علف‌های‌هرز، به دز بیشتری از علف‌کش نیاز می‌باشد (Sarani *et al*., 2016).

در مهار شیمیایی علف‌های‌هرز کلزا، نوع رقم کلزا نقش کلیدی در انتخاب علف‌کش به‌خصوص علف‌کش‌های مهارکننده علف‌های‌هرز پهن‌برگ دارد (Dhammu *et al*., 2020). از حدود ۲۵ سال پیش که ارقام کلزا مقاوم‌شده به علف‌کش‌های گروه شیمیایی ایمیدازولینون‌ها (مانند علف‌کش ایمازاتاپیر) و تریازین‌ها و همچنین علف‌کش عمومی گلیفوسیت تأیید شدند (Harker *et al*., 2000; Haskins, 2012; Richards, 2019; Cook *et al*., 2015)، مهار علف‌های‌هرز به‌ویژه پهن‌برگ‌ها در کلزا توسط علف‌کش‌های پس‌رویشی دچار تحول شد. با کاربرد گسترده از این علف‌کش‌ها و دیگر علف‌کش‌های انتخابی پس‌رویشی مانند علف‌کش‌های باریک‌برگ‌کش، چالش‌های زیست محیطی، بروز مقاومت در علف‌های‌هرز و دشواری مهار آن‌ها از مشکلات پیش روی کشاورزان می‌باشد (Lemerle *et al*., 2017). از طرفی، طیف وسیعی از علف‌های‌هرز مشکل‌ساز در کلزا، باریک‌برگ‌های یک‌ساله و علف‌های‌هرز پهن‌برگ به‌ویژه آن‌هایی که هم‌خانواده با کلزا هستند، می‌باشند که مقاومت آن‌ها به علف‌کش‌های پس‌رویشی از خانواده‌های شیمیایی با نحوه عمل متفاوت گزارش شده است (Dhammu *et al*., 2020).

ازاین‌رو، برای اطمینان از حرکت بیشتر به‌سمت کشاورزی پایدار در خصوص مهار علف‌های‌هرز در کشت ارقام سنتی و جدید کلزا، باید مهار مؤثر علف‌های‌هرز با علف‌کش‌های متنوع‌تر و کاهش دز و زمان مناسب کاربرد را همراه با حفظ تولید و سودمندی بالا دنبال کرد. قبل از تجاری شدن ارقام کلزای مقاوم به علف‌کش‌ها و همچنین در حال حاضر در ارقام غیرمقاوم کلزا، مهار طیف وسیعی از علف‌های‌هرز پهن و باریک‌برگ با علف‌کش‌های پیش‌رویشی تریفلورالین و متازاکلر امکان‌پذیر است (Deligios *et al*., 2018). علف‌کش تریفلورالین با نام تجاری ترفلان یک علف‌کش انتخابی از گروه دی‌نیتروآنیلین‌ها است که در محصولات زیادی به‌صورت پیش‌کاشت و آمیخته با خاک به‌کار می‌رود (Ahmad Khan *et al*., 2008). علف‌کش ایمازتاپیر با نام تجاری ایمازاتاپیر از گروه شیمیایی ایمیدازولینون‌ها یک علف‌کش انتخابی در محصولات سویا، حبوبات و ارقام کلزا مقاوم شده، بازدارنده سنتزآنزیم استولاکتات سنتاز می‌باشد و به دو صورت پیش و پس‌رویشی برای مهار بسیاری از علف‌های‌هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ یک‌ساله مورد استفاده قرار می‌گیرد (Dhammu *et al*., 2020; Shivani *et al*., 2022) که می‌تواند به‌دلیل پایداری بالای بقایای آن در خاک برای محصولات بعدی در تناوب ایجاد خسارت کند (Sondhia *et al*., 2015).

علف‌کش اکسی‌فلورفن از گروه شیمیایی دی فنیل اترها است و زمانی که قبل یا بعد از رویش علف‌های‌هرز استفاده گردد با بازدارندگی از پروتوپورفرینوژن اکسیداز، سبب اختلال در غشاء، نکروز برگ و ساقه و مرگ طیف وسیعی از گیاهچه‌های علف‌های هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ یک‌ساله می‌گردد (US EPA, 2002). علف‌کش اکسی‌فلورفن به‌صورت علف‌کش انتخابی در مهار طیف وسیعی از علف‌های‌هرز پیاز[4]، توت فرنگی[5]، سویا و حبوبات به‌صورت پیش‌رویشی کاربرد دارد (Samtani *et al*., 2012; Sangeetha *et al*., 2013; El-Metwally & Shalaby, 2019).

با توجه به این که دوره بحرانی کلزا در رقابت با علف‌های‌هرز از همان هفته‌های نخست پس از کشت شروع می‌شود، کاربرد نوع مناسب علف‌کش در ابتدای فصل، از اهمیت بسزایی در کاهش خسارت علف‌هرز و افزایش عملکرد کلزا برخوردار است. در راستای کنترل بهینه علف های هرز و اجتناب از بروز مقاومت علف‌های‌هرز به علف‌کش‌های پس‌رویشی و نیز افزایش تنوع و طیف علف‌کش‌های مصرفی در کلزا، این آزمایش با هدف بررسی کارآیی و زمان کاربرد علف‌کش‌های ایمازاتاپیر، تریفلورالین و اکسی‌فلورفن بر مهار علف‌های‌هرز کلزا انجام گردید.

1- *Brassica napus*
2- *Glycine max*
3- *Elaeis* spp.
4- *Allium cepa*
5 - *Fragaria ananassa*

مواد و روش‌ها

به‌منظور امکان‌سنجی کاربرد علف‌کش‌های ایمازاتاپیر، تریفلورالین و اکسی‌فلورفن به صورت انتخابی بر مهار علف‌های‌هرز و واکنش عملکردی کلزا با تنظیم زمان سم‌پاشی، آزمایشی در سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز واقع در حاشیه غربی رودخانه کارون با محدوده جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۹ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۴۱ دقیقه طول شمالی و با ۱۸ متر ارتفاع از سطح دریا با اقلیم گرم و خشک انجام گرفت. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از شروع آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه

Table 1- Physicochemical properties of the field soil

Sampling depth (cm)	Texture	EC (dS.m^{-1})	pH	Organic matter (%)	Total nitrogen (%)	Potassium (mg.kg^{-1})	Phosphorus (mg.kg^{-1})
0-30	Loamy-sandy	3.2	7.4	0.2	0.098	130	11.3

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید و عوامل آزمایش شامل کاربرد سه علف‌کش ایمازاتاپیر، تریفلورالین و اکسی‌فلورفن و زمان کاربرد آن‌ها در چهار سطح (دو هفته قبل از کاشت، یک هفته قبل از کاشت، هم‌زمان با کاشت و یک هفته بعد از کاشت) به همراه شاهد بدون وجین بودند.

عملیات شخم و دیسک در اوایل پاییز و کاشت بذور کلزا رقم «هایولا ۵۰» به‌روش دستی و در آخر آبان ماه در کرت‌هایی به ابعاد شش مترمربع روی دو طرف پشته‌های ۶۰ سانتی‌متری با فاصله ۳۰ سانتی‌متر بین ردیف انجام شد. هر کرت شامل شش ردیف کاشت به‌طول سه متر بود. به‌دلیل احتمال گیاه‌سوزی بوته‌های کلزا بعد از کاربرد علف‌کش‌ها، میزان بذر براساس وزن ۱۰۰ دانه، سه برابر تراکم توصیه شده، محاسبه گردید. فاصله بین کرت‌ها یک پشته نکاشت در نظر گرفته شد. بعد از شمارش تعداد بوته در مترمربع در مرحله سه تا چهار برگی کلزا، تنک کردن و تنظیم نهایی تراکم تا تعداد ۸۰ بوته در مترمربع انجام شد. در هر زمان سم‌پاشی، ایمازاتاپیر با نام تجاری پرسوئیت با فرمولاسیون SL ۱۰ درصد (به‌میزان دز توصیه شده یک لیتر در هکتار) تریفلورالین با نام تجاری ترفلان با فرمولاسیون EC ۴۸ درصد (به‌میزان دز توصیه شده ۲/۵ لیتر در هکتار)، و اکسی‌فلورفن با نام تجاری گل ۲ ای با فرمولاسیون EC ۲۴ درصد (به‌میزان دز توصیه شده ۱/۵ لیتر در هکتار) تهیه شده از شرکت مهان با سم‌پاش دستی مجهز به نازل بادبزنی که برای پاشش ۲۰۰ لیتر در هکتار تنظیم شده بود، اعمال شد. ازآن‌جایی‌که برای ممانعت از تجزیه نوری علف‌کش تریفلورالین، معمولاً آمیخته شده این علف‌کش با خاک انجام می‌گیرد و برای یکسانی شرایط در تمام تیمارهای کاربرد علف‌کش، بعد از هر سم‌پاشی در عمق ۱- ۰/۵ سانتی‌متر شن‌کش کشیده شده و سپس آبیاری سبک انجام گرفت. میزان کود پایه مورد نیاز کلزا با توجه به نتایج خاک، ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره، ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم، ۱۰۰ کیلوگرم فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل در هکتار به‌صورت پایه در زمان کاشت و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره به‌صورت سرک در زمان رشد سریع کلزا تأمین شد.

پس از رسیدگی فیزیولوژیک بوته‌های کلزا در اواخر فروردین ۱۴۰۲، همه بوته‌های موجود در مساحت ۱/۵ مترمربع میانی برداشت و تعداد بوته در مترمربع شمارش و بعد از خشک شدن در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد به‌مدت ۴۸ ساعت، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک اندازه‌گیری شد. برای برآورد اجزاء عملکرد شامل تعداد شاخه در بوته، تعداد خورجین در بوته، تعداد بذر در خورجین، از خطوط میانی هر کرت با حذف اثر حاشیه، ۱۰ بوته به‌صورت تصادفی برداشت و میانگین داده‌های حاصل به‌عنوان ارزش آن صفت در تجزیه واریانس مورد استفاده قرار گرفت. برای محاسبه وزن هزار دانه، وزن دو نمونه ۵۰۰ تایی به‌صورت تصادفی از توده‌های بذر هر تیمار توسط دستگاه شمارشگر تعیین و میانگین بر حسب وزن هزار دانه محاسبه گردید. اندازگیری تعداد و وزن خشک علف‌های‌هرز در مترمربع با شناسایی جنس و گونه و تفکیک پهن‌برگ و باریک‌برگ در پنج زمان شامل ۳۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ روز پس از کاشت و زمان برداشت (۱۶۰ روز پس از کاشت) با استفاده از کوادرات ۰/۵ × ۰/۵ صورت گرفت. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاد از نرم‌افزار SAS 9.4 و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح آماری پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

صفات مربوط به عملکرد کلزا

برهم‌کنش علف‌کش و زمان سم‌پاشی بر صفت عملکرد دانه در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بالاترین میزان عملکرد دانه کلزا (۲۱۳۶ کیلوگرم در هکتار) مربوط به کاربرد علف‌کش تریفلورالین و زمان سم‌پاشی یک هفته قبل از کاشت بود که بین این تیمار با تیمارهای کاربرد علف‌کش تریفلورالین در دو هفته قبل از کاشت، همزمان با کاشت و یک هفته بعد از کاشت و همچنین

با عملکرد دانه در تیمار کاربرد علف‌کش اکسی‌فلورفن، زمانی که سم‌پاشی دو هفته قبل از کاشت (۱۹۸۲ کیلوگرم در هکتار) انجام شد، اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. میانگین عملکرد دانه کلزا در هر چهار زمان سم‌پاشی علف‌کش تریفلورالین بیش از ۱۵ درصد و کاربرد علف‌کش اکسی‌فلورفن، در دو هفته قبل از کاشت حدود ۱۱ درصد نسبت به عملکرد دانه در شاهد بدون وجین افزایش نشان داد (شکل ۱).

افزایش عملکرد کلزا و کارآیی مهار علف‌های‌هرز با علف‌کش پیش‌رویشی تریفلورالین توسط دیگر محققان نیز گزارش شده است. در پژوهشی نشان داده شد که کاربرد علف‌کش تریفلورالین در مزرعه کلزا به‌صورت پیش‌رویشی در مقایسه با مصرف همین علف‌کش به‌صورت پیش‌کاشت و یا کاربرد علف‌کش ستوکسیدیم به‌صورت پس‌رویشی، نقش مؤثرتری در مهار علف‌های‌هرز و افزایش عملکرد کلزا داشت (Lekhanath *et al.*, 2008). در مطالعه‌ای که اثرات علف‌کش‌های پیش‌رویشی (تریفلورالین، متالاکلر، پندیمتالین و متریبوزین) و پس‌رویشی (اگزادیازون، فلوآزیفوپ–بوتیل، کلودینافوپ–پروپارژیل، پروپاکوئیزافوپ و فنوکساپروپ–پی–اتیل) بر عملکرد کلزا بررسی گردید، کمترین تراکم و تعداد جمعیت علف‌های‌هرز و بالاترین میزان عملکرد دانه کلزا با ۱۵۶۸ کیلوگرم در هکتار در شرایط کاربرد علف‌کش پیش‌رویشی تریفلورالین به‌دست آمد (Ahmad Khan *et al.*, 2008).

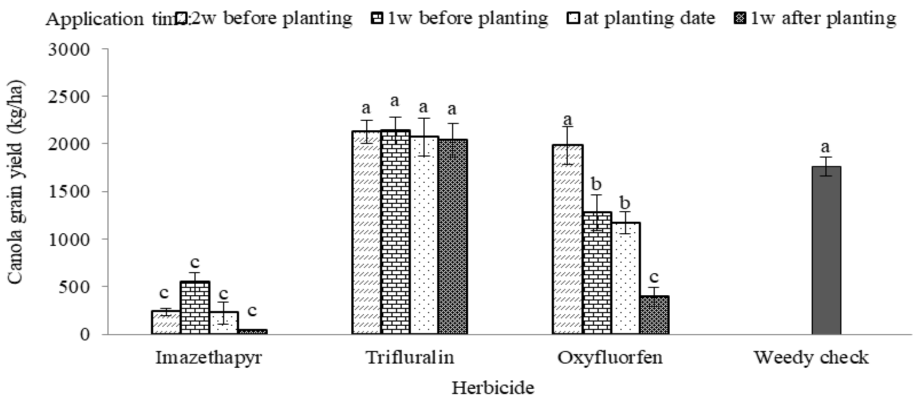
جدول ۲– تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثرات نوع علف‌کش و زمان سم‌پاشی بر روی صفات عملکردی کلزا

Table 2- ANOVA (mean of squares) for the effects of herbicide type and application time on Canola yield characteristics

S.O.V	df	Mean of squares								
		Seed yield	Biological yield	Harvest index	1000-seed weight	Silique per plant	Seed per silique	Number of branches Per plant	Density of Canola per m^{-2} (after herbicide application)	
									Before thinning	on harvest time
Replication	2	6.4^{ns}	439.7^{ns}	0.11*	0.10^{ns}	7.4*	0.08^{ns}	0.55*	3.1^{ns}	0.7^{ns}
Herbicide	2	1004.5**	6368.2**	0.25**	0.31^{ns}	53.3**	3.9**	2.03**	38.8**	96.7**
Application time	3	65.0**	1045.8**	0.05^{ns}	0.91^{ns}	17.9**	2.4**	0.71*	30.6**	19.3**
Herbicide × application time	6	37.7**	318.3^{ns}	0.03^{ns}	0.45^{ns}	14.6**	2.1**	0.48*	21.5**	8.4*
خطا error	22	10.0	159.3	0.04	0.36	2.1	0.15	0.15	2.0	2.4
C.V (%)	-	14	25	18	16	13	9	20	10	22

ns، ** و *: به‌ترتیب عدم معنی داری، معنی داری در سطح احتمال یک و پنج درصد.

ns, ** and *: non-significant, significant at $p\leq 0.01$ and $p\leq 0.05$, respectively



شکل ۱– عملکرد دانه کلزا تحت تأثیر نوع علف‌کش و زمان سم‌پاشی

Figure 1- Canola grain yield affected by herbicide type and herbicide application time

ستون آخر مربوط به شاهد بدون وجین در تجزیه و تحلیل‌ها نیامده است. میانگین‌هایی با حداقل یک حرف مشترک، فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند (Duncan P ≤ 0.05).

The last column (weedy check) was not included in data analysis. Means with the same letter are not significantly different (Duncan P ≤ 0.05).

در تیمارهای کاربرد علف‌کش اکسی‌فلورفن، کاهش در عملکرد دانه بسته به زمان سم‌پاشی متغیر بود، درحالی‌که سم‌پاشی با اکسی‌فلورفن دو هفته قبل از کاشت عملکرد دانه بالایی را به همراه داشت، با نزدیک شدن سم‌پاشی به کاشت یعنی یک هفته قبل از کاشت و همزمان با کاشت، عملکرد دانه نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری نشان داد. خسارت اکسی‌فلورفن به بوته‌های کلزا زمانی که یک هفته بعد از کاشت سم‌پاشی شدند، سبب گردید که کمترین میزان عملکرد دانه کلزا در شرایط کاربرد علف‌کش اکسی‌فلورفن مربوط به همین زمان سم‌پاشی باشد. از نظر آماری، عملکرد دانه تیمار اکسی‌فلورفن یک هفته بعد از کاشت مشابه با کاربرد علف‌کش ایمازاتاپیر در هر چهار زمان سم‌پاشی بود. کمترین میزان عملکرد دانه را تیمار کاربرد علف‌کش ایمازاتاپیر در هر چهار زمان سم‌پاشی (دو و یک هفته قبل از کاشت، همزمان با کاشت و یک هفته بعد از کاشت) به خود اختصاص داد (شکل ۱). علف‌کش اکسی‌فلورفن در محصولاتی مانند پیاز به‌عنوان علف‌کش انتخابی پس‌رویشی زودهنگام استفاده می‌شود (Modhej *et al*., 2018) و کارآیی بالایی در مهار طیف وسیعی از علف‌های‌هرز دارد (US EPA, 2002). با توجه به نتایج این آزمایش، در محصولات حساسی نظیر کلزا اگر در زمان مناسب استفاده گردد، می‌تواند کاندید خوبی به‌عنوان یک علف‌کش پیش‌رویشی باشد.

با وجودی که ارقام تراریخته کلزا مانند رقم هایولا ۵۷۱ که در برخی کشورهای جهان ثبت و تجاری‌سازی شده‌اند و به خانواده شیمیایی ایمیدازولینون‌ها از جمله علف‌کش ایمازاتاپیر مقاوم هستند (Concato *et al*., 2022Jhala *et al*., 2010;)، ولی با توجه به نتایج این آزمایش، رقم «هایولا ۵۰» حساسیت بالایی به ایمازاتاپیر نشان داد که این موضوع توسط محققان دیگر در ارقام معمولی کلزا و چغندرقند[1] گزارش شده است (Yu *et al*., 2015).

نتایج نشان داد که اثر نوع علف‌کش بر عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین میزان عملکرد بیولوژیکی کلزا به‌میزان ۵۲۷۴ کیلوگرم در هکتار متعلق به کرت‌هایی بود که با علف‌کش تریفلورالین سم‌پاشی شده بودند و بعد از آن، کرت‌های تیمار شده با علف‌کش اکسی‌فلورفن بودند که عملکرد بیولوژیکی آن ۳۲۰۰ کیلوگرم در هکتار بود. شاخص برداشت کلزا در تیمارهای تریفلورالین و اکسی‌فلورفن به‌ترتیب با میزان ۳۶ و ۳۵ درصد، اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند. کمترین عملکرد بیولوژیکی (به‌میزان ۹۰۵ کیلوگرم در هکتار) و شاخص برداشت (۲۷ درصد) را علف‌کش ایمازاتاپیر به خود اختصاص داد.

تغییرات عملکرد بیولوژیکی تحت تأثیر زمان سم‌پاشی نیز معنی‌دار گردید، به‌طوری‌که با تأخیر در زمان سم‌پاشی از دو هفته قبل از کاشت تا یک هفته بعد از کاشت، مقدار عملکرد بیولوژیکی از ۳۹۷۲ به ۲۱۳۷ کیلوگرم در هکتار به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. زمان سم‌پاشی تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت نشان نداد.

عملکرد دانه در تمام فصل و عملکرد بیولوژیکی بیشتر با جمعیت علف‌های‌هرز اول فصل همبستگی معنی‌دار و منفی نشان داد (نتایج همبستگی نشان داده نشده است). علف‌های‌هرز با مصرف بیشتر عناصر غذایی خاک باعث کاهش تجمع ماده خشک در گیاهان و کاهش عملکرد بیولوژیک می‌شوند (Deligios *et al*., 2018). کاهش عملکرد بیولوژیک محصول زراعی به‌دلیل حضور علف‌های‌هرز در دیگر تحقیقات نیز گزارش شده است (Gul, 2011).

در واقع، کارآیی مناسب علف‌کش در جلوگیری از رشد علف‌های‌هرز می‌تواند دلیلی برای رشد بهتر، افزایش قدرت رقابت گیاهان زراعی و در پی آن، افزایش عملکرد گیاهان زراعی شود (Zohrabi *et al*., 2012). بهبود عملکرد دانه و اجزاء عملکرد به‌دلیل مهار علف‌های‌هرز با مصرف علف‌کش در محصولات دیگر نیز گزارش شده است (Saadi Al-Kasir *et*Jabran *et al*., 2012 ; *al*., 2014).

برهم‌کنش نوع علف‌کش و زمان سم‌پاشی بر اجزاء عملکرد اندازه‌گیری شده به‌جز وزن هزار دانه معنی‌دار گردید (جدول ۲). با کاربرد علف‌کش تریفلورالین دو هفته قبل کاشت، بوته‌های کلزا تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و تعداد شاخه در بوته بیشتری داشتند، ولی اختلافات با دیگر زمان‌های کاربرد تریفلورالین معنی‌دار نبود. کمترین اجزاء عملکرد کلزا به علف‌کش ایمازاتاپیر به‌ویژه در یک هفته بعد از کاشت اختصاص یافت (جدول ۳). در میان اجزاء عملکرد، بیشترین تغییرات بین زمان‌های سم‌پاشی سه علف‌کش مربوط به تعداد بوته در مترمربع در هر دو مرحله قبل از تنک (مرحله سه تا چهار برگی) و بعد از تنک در زمان برداشت بود.

در اثر آسیب ناشی از علف‌های‌هرز در مزرعه کلزا، طول دوره گل‌دهی کوتاه شده و تعداد گل‌های بارور کاهش می‌یابد و این امر سبب کاهش تعداد خورجین می‌گردد. همچنین کاهش میزان ارتفاع گیاه، تعداد شاخه‌های جانبی، عملکرد دانه و عملکرد روغن کلزا در پی تداخل علف‌های‌هرز گزارش شده است (Mirshekari, 2010 ; Firouzi *et al*., 2011).

---

1 - *Beta vulgaris*

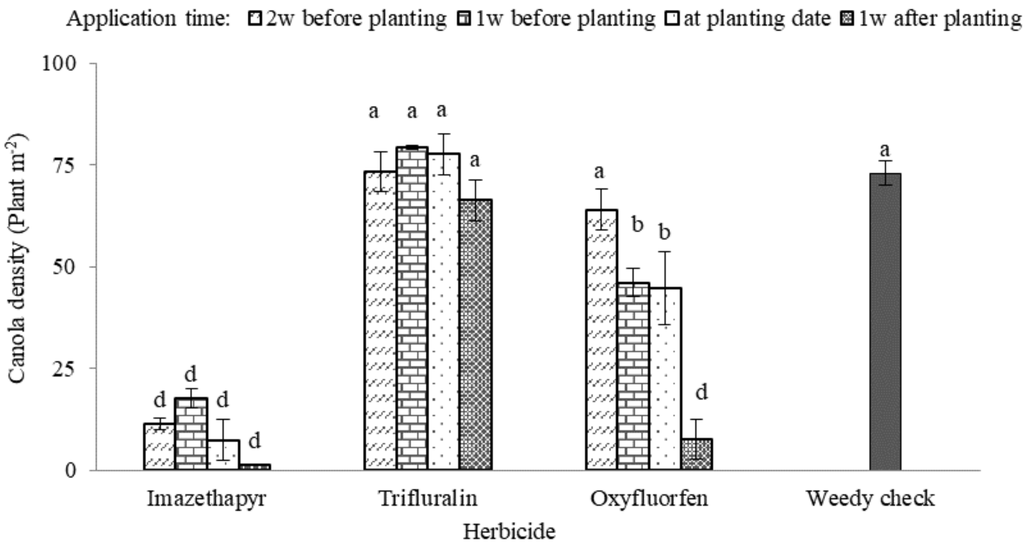
جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل نوع علف‌کش و زمان سم‌پاشی بر اجزاء عملکرد کلزا

Table 3- Mean copmparison of interaction effects of herbicide type and herbicide application time on canola yield components

Herbicide	Application time	Silique per plant	Seed per silique	Number of branches Per plant
Imazethapyr	2w before planting	105b*	17.9b	3.2bc
	1w before planting	132b	22.3ab	4.1ab
	at planting date	103b	16.9b	2.8bc
	1w after planting	7c	2.0c	0.2c
Trifluralin	2w before planting	161a	22.6a	6.5ab
	1w before planting	152ab	20.9ab	4.7ab
	at planting date	150ab	20.9ab	5.9ab
	1w after planting	140ab	21.9ab	5.0ab
Oxyfluorfen	2w before planting	151ab	21.8ab	5.3ab
	1w before planting	135ab	20.3ab	3.3b
	at planting date	142ab	22.2ab	3.7ab
	1w after planting	143ab	19.4ab	3.6ab
Weedy check		141	20	5.5

* در هر ستون میانگین‌هایی با حداقل یک حرف مشترک، فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند (Duncan $P \leq 0.05$)

* In each column, means followed by the same letter in each treatment are not significantly different, (Duncan $P \leq 0.05$)



شکل ۲- تراکم کلزا در مترمربع در زمان برداشت تحت تأثیر نوع علف‌کش و زمان سم‌پاشی

ستون آخر مربوط به شاهد بدون وجین در تجزیه و تحلیل‌ها نیامده است

میانگین‌هایی با حداقل یک حرف مشترک، فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند (Duncan $P \leq 0.05$).

Figure 2- Canola density (Plant m^{-2}) at harvest time affected by herbicide type and herbicide application time.
The last column (weedy check) was not included in data analysis
Means with the same letter are not significantly different (Duncan $P \leq 0.05$).

بیشترین تراکم در مرحله سه تا چهار برگی و زمان برداشت، متعلق به تیمار کاربرد علف‌کش تریفلورالین بود که در هر چهار زمان سم‌پاشی (دو و یک هفته قبل از کاشت، هم‌زمان با کاشت و یک هفته بعد از کاشت) کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد مشاهده نشد. کمترین تراکم در مرحله سه تا چهار برگی و زمان برداشت را تیمار کاربرد علف‌کش ایمازاتاپیر در هر چهار زمان سم‌پاشی (دو و یک هفته قبل از کاشت، هم‌زمان با کاشت و یک هفته بعد از کاشت) به خود اختصاص داد. در زمان برداشت در تیمارهای کاربرد علف‌کش اکسی‌فلورفن، کاهش در تراکم بسته به زمان سم‌پاشی متغیر بود، درحالی‌که بیشترین تراکم در کاربرد علف کش اکسی‌فلورفن دو هفته قبل از کاشت مشاهده شد که تفاوت غیرمعنی‌دار با تیمار شاهد داشت. با نزدیک شدن سم‌پاشی به کاشت یعنی یک هفته قبل از کاشت و هم‌زمان با کاشت تراکم نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری نشان داد. خسارت اکسی‌فلورفن به بوته‌های کلزا یک هفته بعد از کاشت به‌شدت افزایش یافت، به‌طوری‌که در زمان برداشت تعداد محدودی بوته کلزا در این تیمار مشاهده شد (شکل ۲).

تراکم و ماده خشک علف‌های‌هرز

مشخصات علف‌های‌هرز موجود در مزرعه آزمایشی در طول آزمایش در جدول ۴ نشان داده شده است.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، تراکم و ماده خشک علف‌های‌هرز باریک‌برگ نسبت به علف‌های‌هرز پهن‌برگ مزرعه در شاهد و تیمارهای آزمایشی بیشتر بود، ولی از آن‌جایی که روند تأثیر تیمارهای نوع علف‌کش‌های آزمایش شده و زمان سم‌پاشی بر علف‌های‌هرز باریک‌برگ و پهن‌برگ تفاوت معنی‌داری در مراحل رشدی نداشت، نتایج تجزیه واریانس برای مجموع علف‌های‌هرز نشان داده شد (جدول ۵). هر سه علف‌کش ایمازاتاپیر، تریفلورالین و اکسی‌فلورفن، تعداد و وزن جمعیت علف‌های‌هرز را نسبت به شاهد کاهش دادند. بیشترین تأثیر کاهشی سه علف‌کش ایمازاتاپیر، تریفلورالین و اکسی‌فلورفن نسبت به شاهد در ۶۰ روز پس از کاشت به‌ترتیب روی تعداد علف‌های‌هرز به‌میزان ۴۷، ۶۹ و ۶۲ درصد و بر وزن علف‌های‌هرز به‌مقدار ۶۷، ۷۲ و ۶۸ درصد مشاهده شد. اختلافات بین سه علف‌کش در کاهش تعداد علف‌های‌هرز در ۶۰ و ۸۰ روز پس از کاشت و در وزن علف‌های‌هرز در ۸۰ روز پس از کاشت معنی‌دار گردید. بیشترین و کمترین کاهش تعداد و وزن علف‌های‌هرز به‌ترتیب مربوط به علف‌کش‌های تریفلورالین و ایمازاتاپیر بود (جدول ۵).

جدول ٤- علف‌های هرز با جمعیت غالب در مزرعه

Table 4- Dominant weed communitiess in the field

Scientific name	Family name	Growth cycle	Scientific name	Family name	Growth cycle
Emex spinosa	Polygonaceae	یک‌ساله	*Cynodon dactylon*	Poaceae	چندساله
Chenopodium album	Chenopodiaceae	یک‌ساله	*Cyperus* rotundus.	Cyperaceae	چندساله
Malva parviflora.	Malvaceae	یک‌ساله	*Polypogon* monspeliensis	Poaceae	یک‌ساله
Sinapis arvensis	Brassicaceae	یک‌ساله	*Lolium temulentum*	Poaceae	یک‌ساله
Sisymbrium erysimoides	Brassicaceae	یک‌ساله	*Avena ludovisiana*	Poaceae	یک‌ساله
Lactuca sativa	Asteraceae	یک‌ساله	*Hordeum murinum*.	Poaceae	یک‌ساله
Carthamus tinctorius	Asteraceae	یک‌ساله	*Hordeum spontaneum*	Poaceae	یک‌ساله

جدول ۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثرات نوع علف‌کش و زمان سم‌پاشی روی تعداد و ماده خشک علف‌های‌هرز مزرعه کلزا

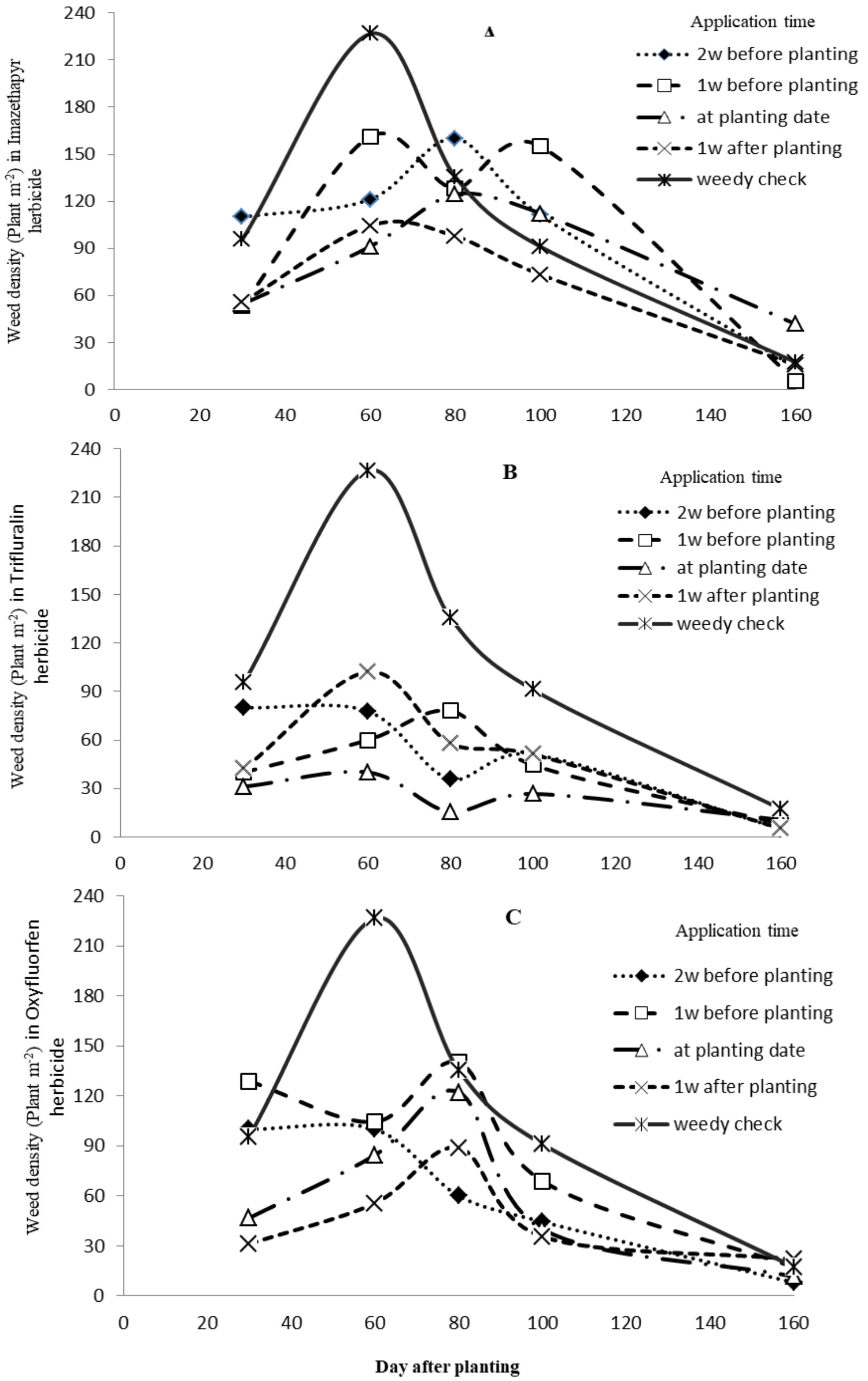
Table 5- ANOVA (mean of squares) for the effects of herbicide type and application time on number and dry matter of canola weeds

S.O.V	df	Mean of squares: Density of weed per m^{-2} (Day after planting) 30	60	80	100	160	Dry matter of weed per m^{-2} (Day after planting) 30	60	80	100	160
Replication	2	0.035^{ns}	0.012^{ns}	0.16*	0.11^{ns}	0.11^{ns}	0.11^{ns}	0.01^{ns}	0.11*	0.20*	0.16^{ns}
Herbicide	2	0.018^{ns}	0.041*	0.25**	0.06^{ns}	0.17^{ns}	0.01^{ns}	0.02^{ns}	0.27**	0.06^{ns}	0.47^{ns}
Application time	3	0.057^{ns}	0.009^{ns}	0.06^{ns}	0.06^{ns}	0.13^{ns}	0.05^{ns}	0.02^{ns}	0.04^{ns}	0.01^{ns}	0.27^{ns}
Herbicide × application time	6	0.019^{ns}	0.015^{ns}	0.07^{ns}	0.06^{ns}	0.16^{ns}	0.14*	0.03^{ns}	0.03^{ns}	0.06^{ns}	0.29^{ns}
error	22	0.023	0.011	0.04	0.05	0.13	0.05	0.02	0.03	0.04	0.23
C.V (%)	-	9	6	11	14	25	23	11	13	14	25

ns، ** و *: به‌ترتیب عدم معنی داری، معنی داری در سطح احتمال یک و پنج درصد.

ns, ** and *: non-significant, significant at $p\leq 0.01$ and $p\leq 0.05$, respectively

علف‌کش ایمازاتاپیر در مقایسه با شاهد، تا ۶۰ روز پس ازکاشت به‌خوبی علف‌های‌هرز را مهار کرد، ولی پس از آن تا زمان برداشت به‌دلیل اینکه بوته‌های کلزا در پی کاربرد ایمازاتاپیر دچار گیاه‌سوزی شدند و از تراکم کلزا کاسته شد (شکل ۲)، در نتیجه تنک شدن محصول، فضای مناسب‌تری برای جوانه‌زنی و رشد علف‌های‌هرز به‌وجود آمد و تعداد علف‌های‌هرز نسبت به شاهد افزایش یافت (شکل ۳ A). به‌دلیل تأخیر در زمان جوانه‌زنی در هر چهار زمان سم‌پاشی علف‌کش ایمازاتاپیر، با وجود خسارت وارده به کلزا و کاهش تراکم (شکل ۲)، علف‌های‌هرز نسبت به شاهد وزن کمتری داشتند (داده‌ها نشان داده نشده است).



شکل ۳- روند تغییرات تراکم علف‌هرز در مترمربع در طی رشد کلزا تحت تأثیر زمان سم‌پاشی علف‌کش ایمازاتاپیر (A)، تریفلورالین (B) و اکسی‌فلورفن (C)

Figure 3- Changes in the weed density (Plant m^{-2}) during Canola growing affected by application time Imazethapyr (A), Trifluralin (B) and Oxyfluorfen herbicide (C)

علف‌کش ایمازاتاپیر از خانواده شیمیایی ایمیدازولینون‌ها به‌سختی جذب کلوئیدها می‌شوند و میزان مواد آلی و اسیدیته خاک در مقدار جذب آن به خاک تأثیرگذار هستند. به‌دلیل پایداری (نیمه عمر ۱۸ تا ۲۱ روز) و میزان آب‌شویی بالای علف‌کش ایمازاتاپیر، خسارت به محصولات زراعی در تناوب زراعی گزارش شده است (Sondhia *et al*., 2015; Concato *et al*., 2022). در همین راستا، در پژوهشی بیان شد که کاربرد علف‌کش ایمازاتاپیر به‌صورت پس‌رویشی در گیاه کینوا[1] ضمن داشتن نقشی مؤثر در مهار علف‌های‌هرز، بر گیاه زراعی خسارت کمی داشت (Abbaspoor, 2022). کارآیی بالای استفاده از علف‌کش ایمازاتاپیر قبل از کشت و یا به‌صورت پیش‌رویشی به‌تنهایی و یا در اختلاط با علف‌کش پندیمتالین در مهار علف‌های‌هرز سویا و افزایش عملکرد دانه گزارش شده است (Younesabadi *et al*., 2021).

نتایج نشان داد که علف‌کش تریفلورالین در مقایسه با شاهد بدون وجین علف‌های هرز، در تمام فصل زراعی، تراکم (شکل ۳ B) و وزن (داده‌ها نشان داده نشده است) علف‌های‌هرز را به‌خوبی مهار کرد. بیشترین عملکرد دانه و تراکم کلزا را نیز علف‌کش تریفلورالین در هر چهار زمان‌سم‌پاشی به خود اختصاص داد. با توجه به نتایج، به نظر می‌رسد که تریفلورالین به‌عنوان یک علف‌کش پیش‌کاشت و حتی پیش‌رویشی زودهنگام (یک هفته پس از کاشت)، کاندید بهتری نسبت به دو علف‌کش دیگر است. تأثیر زمان سم‌پاشی علف‌کش اکسی‌فلورفن بر روند مهار علف‌های‌هرز در طول فصل در مقایسه با شاهد متغیر بود. اکسی‌فلورفن در زمان سم‌پاشی دو هفته قبل از کاشت به‌صورت پایدار و پیوسته در تمام فصل زراعی، علف‌های‌هرز را نسبت به شاهد مهار کرد. ولی در کرت‌هایی که علف‌کش اکسی‌فلورفن با تأخیر و یک هفته قبل کاشت و یا بعد از آن به‌کار رفت، روند کاهشی تعداد (شکل ۳ C) و وزن (داده‌ها نشان داده نشده است) علف‌های‌هرز نسبت به شاهد کمتر و دیرتر اتفاق افتاد.

زمان سم‌پاشی دو هفته قبل از کاشت با علف‌کش اکسی‌فلورفن، تعداد علف‌هرز کمتر و عملکرد دانه کلزا بیشتر (شکل ۱) و تراکم بالاتری (شکل ۲) نسبت به کاربرد این علف‌کش در دیگر زمان‌های مصرف (یک هفته قبل، هم‌زمان و یک هفته بعد از کشت) داشت. دیگر محققین نیز نشان دادند، یک علف‌کش زمانی انتخابی عمل می‌کند و بدون آسیب به گیاه زراعی، علف‌هرز را مورد هدف و مهار قرار می‌دهد که در زمان مناسب و به‌درستی مصرف گردد و اگر زمان توصیه شده برای مصرف علف‌کش رعایت نشود، منجر به ایجاد خسارت بر عملکرد گیاه زراعی می‌گردد (Tozzi *et al*., 2015; Zargar *et al*., 2014).

نتیجه‌گیری کلی

در میان سه علف‌کش ایمازاتاپیر، تریفلورالین و اکسی‌فلورفن، کاربرد علف‌کش تریفلورالین در هر زمان سم‌پاشی با مهار مناسب و پایدار جمعیت علف‌های‌هرز از همان مراحل اولیه رشدی کلزا تا زمان برداشت سبب افزایش ۱۸ درصدی عملکرد دانه کلزا نسبت به شاهد گردید. کاربرد علف‌کش اکسی‌فلورفن دو هفته قبل از کاشت با افزایش ۱۲ درصدی عملکرد دانه بدون خسارت جدی بر بوته‌های کلزا و با حفظ تراکم بالا، می‌تواند در محصولات حساسی نظیر کلزا نیز به‌عنوان یک علف‌کش پیش‌رویشی با نحوه عمل متفاوت، توصیه گردد. علف‌کش ایمازاتاپیر در مقایسه با شاهد، تا ۶۰ روز پس ازکاشت به‌خوبی علف‌های‌هرز را مهار کرد، ولی افزایش جمعیت علف‌های‌هرز پس از آن تا زمان برداشت و کاهش عملکرد دانه پیامد اثرات گیاه‌سوزی بوته‌های کلزا و در نتیجه، کاهش بوته‌های سالم و قوی بود. تغییرات در تراکم کلزا می‌تواند شاخص مناسبی از ایمنی نوع علف‌کش و یا زمان مناسب سم‌پاشی برای گیاهان زراعی باشد، از طرفی تراکم نهایی و یا تعداد بوته در مترمربع یکی از اجزاء عملکرد می‌باشد که در این آزمایش نیز همبستگی مثبت و بالایی با عملکرد دانه (۹۰ درصد)، عملکرد بیولوژیکی (۸۹ درصد، و اجزاء عملکرد و همبستگی منفی و معنی‌داری با تعداد علف‌های هرز (۴۱- درصد) نشان داد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز به‌خاطر تقبل هزینه‌های این تحقیق قدردانی می‌گردد (شماره پژوهانه SCU.AA1402.224).

References

1. Abbaspoor, M. (2022). Herbicide Screening for weed control in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Plant Production Research*, *29*(3), 89-104. (in Persian with English abstract). https://doi.org/10.22069/jopp.2022.19425.2866
2. Ahmad Khan, I., Hassan, G., Marwat, K.B., & Daur, I. (2008). Eefficacy of some pre and post-emergence

1- *Chenopodium quinoa*

herbicides on yield and yield components of canola. *Pakistan Journal of Botany*, *40*(5), 1943-1947

3. Concato, A.C., Galon, L., Sutorillo, N.T., Tamagno, W.A., Paula, M.O., Vanin, A.P., Alves, C., Silva, J.D.G., Concenço, G., Perin, G.F., & Kaizer, R.R. (2022). Does the application of herbicides with distinct mechanisms of action change enzymatic activity and grain yield of Clearfield® canola? *Australian Journal of Crop Science*, *16*(1), 93-102. https://doi.org/ 10.21475/ajcs.22.16.01.p3282
4. Cook, S.K, Ballingall, M., Stobart, R., Doring, T., Berry, P., & Ginsburg, D. (2015). *New approaches to weed control in oilseed rape*. Available at: https://www.researchgate.net/publication/282362621
5. Deligios, P.A., Carboni, G., Farci, R., Solinas, S., & Ledda, L. (2018). Low-input herbicide management: Effects on rapeseed production and profitability. *Sustainability*, *10*(7), 2258, 1-16. https://doi.org/10.3390/su10072258
6. Dhammu, H., Seymour, M., Hashem, A., & Bucat, J. (2020). *Chemical weed control in canola*. https://www.agric.wa.gov.au/sites/gateway/files/Weed%20Control%20in%20Canola.pdf
7. El-Metwally, I., & Shalaby, S. (2019). Herbicidal efficacy of some natural products and mulching compared to herbicides for weed control in onion fields. *Journal of Plant Protection Research*, *59*(4), 479-485. https://doi.org/10.24425/jppr.2019.131266
8. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2018). *FAOSTAT database for agriculture*. Available at: https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL
9. Firouzi, H., Mirshekari, B., & Khorshidi Benam, M.B. (2011). Assessment of interference of growing period of amaranth (*Amaranthus retroflexus* L.) and lambs quarter (*Chenopodium album*) on yield and its components of rapeseed. *Crop ecophysiology*, *5*(18), 1-10. (in Persian with English abstract)
10. Gul, B., Marwat, K.B., Saeed, M., Hussain, Z., & Ali, H. (2011). Impact of tillage, plant population and mulches on weed management and grain yield of maize. *Pakistan Journal of Botany*, *43*(3), 1603-1606.
11. Harker, K.N., Blackshaw, R.E., Kirkland, K.J., Derksen, D.A., & Wall, D. (2000). Herbicide-tolerant canola: weed control and yield comparisons in western Canada. *Canadian journal of plant science*, *80*(3), 647–654.
12. Haskins, B. (2012). *Weed management, using pre-emergent herbicides in conservation farming systems*. NSW DPI, District Agronomist, Hillston Broadacre Cropping Unit. Available at: https://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0003/431247/Using-pre-emergent-herbicides-in-conservation-farming-systems.pdf
13. Jabran, K., Farooq, M., Hussain, M., Ehsanullah, Khan, M.B., Shahid, M., & Lee, D.J. (2012). Efficient weeds control with penoxsulam application ensures higher productivity and economic returns of direct seeded rice. *International Journal of Agriculture and Biology*, *14*(6), 901–907. https://doi.org/12–405/AKA/2012/14–6–901–907
14. Jhala, A.J., Raatz, L.L., Dexter, J.E., & Hall, L.M. (2010). Adventitious presence: Volunteer flax (*Linum usitatissimum*) in herbicide-resistant canola (*Brassica napus*). *Weed Technology*, *24*(3), 244–252. http://www.jstor.org/stable/40801432
15. Kadivar, S.H., Ghavami, M., Gharachorloo, M., & Delkhosh, B. (2010). Chemical evaluation of oil extracted from different varieties of canola. *Journal of Food Technology and Nutrition*, *7*(2), 19-29. https://sid.ir/paper/143261/en
16. Lekhanath, P., Bishnoi, O., Kegode, G., & Cebert, E. (2008). Influence of timing of herbicide application on winter canola performance. *World Journal of Agricultural Sciences*, *4*(S), 908-913.
17. Lemerle, D., Luckett, D.J., Wu, H., & Widderick, M.J. (2017). Agronomic interventions for weed management in canola (*Brassica napus* L.) – A review. *Crop Protection*, *95*, 69-73. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.07.007
18. Mirshekari, B. (2010). Study effects of different times of weeds control on morphological traits, yield and harvest index of three winter rapeseed cultivars. *Electronical Journal of Crop Production*, *4*(4), 51-66. (in Persian with English abstract). https://doi.org/20.1001.1.2008739.1390.4.4.4.2
19. Modhej, A., Zarezadeh, H., & farhoudi, R. (2018). Chemical weed control in onion (*Allium cepa* L.) under Ramhormoz conditions. *Journal of Iranian Plant Protection Research*, *32*(3), 409-417. (in Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jpp.v32i3.68514
20. Richards, M. (2019). *Winter oilseed rape –integrated weed management*. Technical note. TN727. SRUC, West Mains Road, Edinburgh, EH9 3JG. Pp: 9. Available at: https://www.fas.scot/publication/technical-note-tn727-winter-oilseed-rape-integrated-weed-management/
21. Saadi Al-Kasir, F., Modhej, A., & Farhoudi, R. (2014). (Brief report) Efficiency of doual-purpose herbicides application at different stages on weed control and grain yield of wheat under shoushtar conditions. *Journal of Iranian Plant Protection Research*, *27*(4), 513-515. (in Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jpp.v27i4.29915
22. Samtani, J.B., Ben Weber, J., & Fennimore, S.A. (2012). Tolerance of strawberry cultivars to oxyfluorfen and flumioxazin herbicides. *Horticultural Science*, *47*(7), 848-851. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.47.7.848
23. Sangeetha, C., Chinnusamy, C., & Prabhakaran, N.K. (2013). Early post-emergence herbicides for weed control in soybean. *Indian Journal of Weed Science*, *45*(2), 140–142
24. Sarani, M., Oveisi, M., Rahimian Mashhadi, H., & Alizadeh, H. (2016). Modelling interactive effects of herbicide application timing and dose for the control of *Bromus japonicus* in wheat in an arid environment. *Weed Research*,

56(1), 50–58. https://doi.org/10.1111/wre.12182

25. Shivani Grewal, S.K., Gill, R.K., Kaur Virk, H., & Bhardwaj, R.D. (2022). Impact of post-emergent imazethapyr on morpho-physiological and biochemical responses in lentil (*Lens culinaris* Medik.). *Physiology and Molecular Biology of Plants*, *28*(9), 1681-1693. https://doi.org/10.1007/s12298-022-01244-x.
26. Sondhia, S., Khankhane, P.J., Singh, P.K., & Sharma, A.R. (2015). Determination of imazethapyr residues in soil and grains after its application to soybeans. *Journal of Pesticide Science*, *40*(3), 106-110.
27. Tozzi, E., Harker, K.N., Blackshaw, R.E., O'Donovan, J.T., Strelkov, S.E., & Willenborg, C.J. (2015). Late glyphosate applications alter yield and yield components in glyphosate-resistant canola (*Brassica napus*). *Weed Technology*, *29*(4), 675–683. http://www.jstor.org/stable/43702557
28. US EPA. *Pesticides- fact sheet for Oxyfluorfen*. (2002). United States Environmental Protection Agency Government agency. Available at: https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/reregistration/fs_PC-111601_1-Oct-02.pdf
29. Younesabadi, M., Nouralizadeh Otaghsara, M., Habibian, L., & Savarinejad, A. (2021). Evaluation the effect of Imazethapyr, Pendimethalin and Oxyfluorfen in soybean weed control. *Journal of Iranian Plant Protection Research*, *35*(1), 103-115. (in Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jpp.2021.32671.0
30. Yu, L., Eerd, L.L.V., O'Halloran, I., Sikkema, P.H., & Robinson, D.E. (2015). Response of four fall-seeded cover crops to residues of selected herbicides. *Crop Protection*, *75*, 11-17. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.05.005
31. Zargar, M., Pakina, E.N., & Romanova, E.V. (2014). Herbicide doses and application times in weed suppression on different red bean varieties. *APCBEE Procedia*, *8*, 75–81. https://doi.org/10.1016/j.apcbee.2014.03.004
32. Zohrabi, A., Naderidarbaghshahi, M., & Jalalizand, A. (2012). Chemical weed control of autumnal rapeseed in Isfahan (Iran). *International Journal of Agricultural Science*, *2*(8), 696-701.